

“基础 - 综合 - 创新”三层次递进式大学物理实验课程体系构建与实践

郑鹏飞, 孟建英*, 吕 军, 贾 芸, 黎 明

内蒙古工业大学理学院, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2026年1月6日; 录用日期: 2026年2月6日; 发布日期: 2026年2月24日

摘 要

随着高等教育改革的不断深入, 大学物理实验教学作为培养学生科学素养、实践能力和创新意识的重要环节, 其教学内容和模式亟需优化与提升。传统物理实验课程多以验证性实验为主, 缺乏对学生综合应用能力与创新能力的培养。为此, 构建了一种“基础 - 综合 - 创新”三层次递进式的物理实验课程体系, 有助于实现从知识传授到能力培养的转变, 推动物理实验教学质量的全面提升。

关键词

大学物理实验, 基础, 综合, 创新

Construction and Practice of a Three-Tier Progressive University Physics Experiment Curriculum System: “Basic - Comprehensive - Innovative”

Pengfei Zheng, Jianying Meng*, Jun Lyu, Yun Jia, Ming Li

College of Science, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot Inner Mongolia

Received: January 6, 2026; accepted: February 6, 2026; published: February 24, 2026

Abstract

With the continuous deepening of higher education reform, university physics experiment teaching,

*通讯作者。

文章引用: 郑鹏飞, 孟建英, 吕军, 贾芸, 黎明. “基础-综合-创新”三层次递进式大学物理实验课程体系构建与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(2): 536-541. DOI: 10.12677/ces.2026.142157

as a crucial component for cultivating students' scientific literacy, practical abilities, and innovative awareness, has an urgent need for the optimization and enhancement of its teaching content and model. Traditional physics experiment courses are predominantly composed of confirmatory experiments, lacking the cultivation of students' comprehensive application and innovative abilities. To address this, a three-tiered progressive physics experiment curriculum system of "foundation - comprehensive - innovation" has been constructed. This system facilitates the shift from knowledge transmission to ability cultivation, thereby promoting the comprehensive improvement of physics experiment teaching quality.

Keywords

University Physics Experiments, Basic, Comprehensive, Innovative

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

大学物理实验是理工科学生进入大学后接触的首门系统性实验课程，是培养科学实验能力、创新思维与实践素养的重要载体。传统物理实验教学多以“验证性实验”[1][2]为主，存在“重知识传授、轻能力培养”[3]、“重统一要求、轻个性发展”[4]等问题，难以适应新时代对创新型、应用型人才的需求[5][6]。为此，国内多所高校探索构建“基础 - 综合 - 创新”三层次递进式课程体系，通过“分层设计、逐级递进、产教融合”的模式，实现“知识 - 能力 - 素质”的协同提升，为培养新时代创新人才提供了可复制的实践路径。

2. 三层次递进式课程体系的内涵

2.1. 第一层次：通过基础物理实验筑牢学生知识与技能根基

该层次以巩固和深化学生的物理理论知识为核心，通过引入与实验内容紧密相关的物理原理解释、数学模型分析和实验背景介绍，使学生掌握实验的基本理论与方法。教师可结合多媒体课件、虚拟仿真平台等现代教育技术，提高理论教学的直观性和趣味性。

2.1.1. 基础训练部分

基础训练部分涵盖力学、热学、光学、电学等经典实验(如“密立根油滴实验”“杨氏模量测量”)，重点训练仪器操作(如万用表、示波器的使用)、数据记录与处理(如误差分析、图表绘制)等基本技能。

2.1.2. 数智化赋能部分

引入 3D 虚拟仿真软件[7]，让学生通过虚拟操作熟悉仪器结构与实验流程，解决传统预习“看文字、想操作”的痛点；同时，开发关于试验原理讲解、难点解析等的微视频资源，提升学习的趣味性与思想性。

2.1.3. 教学方法部分

采用“问题启发式”教学，通过“提出问题 - 引导思考 - 自主操作”的模式，激发学生的主动参与；例如，在“牛顿第二定律验证”实验中，教师提出“如何减小摩擦力对实验结果的影响？”引导学生思

考并设计解决方案。

2.2. 第二层次：通过综合设计性实验提升学生综合应用能力

在掌握基本理论知识的基础上，学生进入实际操作阶段，开展基础型、综合型实验项目。这一层次注重培养学生的动手能力、数据处理能力及误差分析能力。通过设计性实验任务，引导学生自主完成实验方案制定、仪器调试、数据采集与分析全过程，从而提升解决实际问题的能力。

2.2.1. 模块化设置

根据学生专业特点，设置力学、热学、光学、电学等模块，每个模块包含系列实验(如“传感器应用”“电路设计”)，学生可以根据自己的兴趣选择。

2.2.2. 项目驱动

以“实用小制作”“仪器引进”为核心，要求学生自行设计实验方案、购置元器件、组装调试(如“用新方法测量电阻”“改进迈克尔逊干涉仪”)，培养“从理论到实践”的转化能力。

2.2.3. 跨学科融合

打破学科壁垒，将物理实验与工程应用结合[8]，引入企业一线问题(如“口罩密合度检测器设计”)，让学生在解决实际问题中提升综合能力。

2.3. 第三层次：通过创新研究性实验激发学生创新意识与科研能力

该层次旨在激发学生的创新思维与科研素养，引导学生从“学习者”向“研究者”转变。鼓励学生参与创新性实验项目或科研项目。例如，支持学生申报大学生创新创业训练计划项目，参与教师的科研课题，或自主提出具有探索性的实验课题。通过开放实验室、设立创新基金等方式，为学生提供良好的创新实践环境。

2.3.1. 课题驱动

以“科研小课题”“学科竞赛”为核心，鼓励学生自主提出课题(如“太阳能电池效率优化”“智能传感器设计”)，或参与教师的科研项目。

2.3.2. 产教融合

依托校企合作平台，让学生走进生产线，将实验成果转化为实际产品，实现“科研-产业”的无缝衔接。

2.3.3. 竞赛赋能

组织学生参加全国大学生物理实验竞赛、挑战杯等赛事，以赛促学、以赛促创。

3. 课程体系的实施策略

3.1. 实施模块化课程设计

将实验课程划分为若干模块，如力学模块、电磁学模块、光学模块、近代物理模块等，每个模块内部按照“基础-综合-创新”三个层次进行编排，形成系统化、层次化的教学内容体系。

3.2. 实施多元化教学方法

采用讲授法、演示法、探究式学习、小组合作学习等多种教学方法，结合翻转课堂、混合式教学等新模式，增强学生的学习主动性与参与度。

3.3. 实施过程性评价机制

建立科学合理的评价体系，注重过程性评价与终结性评价相结合。评价指标包括实验预习情况、操作规范性、数据处理能力、实验报告质量以及创新能力表现等，全面反映学生的学习成效。

3.4. 加强师资队伍建设

加强实验教师队伍建设，鼓励教师参与科研活动，提升其专业素养和教学能力。同时，引进具有工程背景或跨学科知识的教师，丰富实验教学团队结构。

4. “光的干涉与衍射”实验实践案例

4.1. 第一阶段：基础原理学习

4.1.1. 确定教学目标

明确实验需要达到的三项教学目标：(1) 知识与技能目标：能区分干涉与衍射现象，描述其产生条件和特征。(2) 过程与方法目标：通过对比观察，建立“现象 - 条件 - 图样”的物理认知路径；学习控制变量法研究物理规律(改变缝宽、波长、距离)。(3) 情感态度与价值观目标：让学生感受波动光学之美，认识干涉衍射技术在现代科技中的广泛应用；培养严谨求实的实验态度和合作精神。

4.1.2. 核心知识深度解析

掌握波动光学的基础性实验——杨氏双缝干涉实验中光程差、明纹条件、暗纹条件、条纹间隙等物理量的计算方法；学习波动光学的核心实验——单缝与圆孔衍射相关物理量计算方法；分析干涉与衍射现象的产生条件与图样特征，并掌握两者的本质区别与联系。

4.2. 第二阶段：综合实验设计

观察激光通过不同障碍物(双缝、单缝、圆孔、一维光栅和二维光栅)干涉衍射现象图样，探究影响干涉衍射现象的因素；学习利用光的干涉衍射测量入射光波长，或测定缝宽、双缝间距，光栅常数等；利用学过的基础实验知识以及实验室中的设备，测量光盘的轨距。

4.3. 第三阶段：创新实验设计

利用实验室中激光照射手机屏幕反射到实验室白墙(或白纸上)观察并解释其现象；用激光束透射小弹簧，通过白屏观察其衍射现象，与 DNA 双螺旋结构 X 射线衍射图进行比较。

5. 实践成效与特色

“基础 - 综合 - 创新”三层次体系的实践，有效解决了传统实验教学的痛点，取得了显著成效。

5.1. 学生能力显著提高

其一，实践能力方面：学生从“被动操作”转向“主动设计”，能够独立完成实验方案设计、仪器调试与数据处理；其二，创新能力方面：学生的创新意识与科研素养得到激发，多篇论文发表在核心期刊，多项成果获国家级竞赛奖项；其三，综合素质方面：通过“产教融合”与“项目驱动”，学生进一步增强了团队协作、沟通表达与问题解决能力。

从表 1 中可以看出，自 2022 年教学改革启动后，学生年度获奖总数呈现加速增长趋势，且获奖结构持续优化。国家级与省部级高级奖项的数量和其所占比例显著提升，体现了学生创新与实践能力的显著提高。

Table 1. Comparison of awards for physics experiment teaching at the College of Science, Inner Mongolia University of Technology (before reform: 2020~2022; after reform: 2023~2025)

表 1. 内蒙古工业大学理学院物理实验教学改革前后的获奖情况表(改革前：2020~2022；改革后：2023~2025)

学年	校级奖数	省部级奖数	国家级奖数	获奖总数
2020	8	2	0	10
2021	10	1	1	12
2022	12	2	1	15
2023	14	3	3	20
2024	18	4	4	26
2025	20	6	5	31

5.2. 教学体系更加完善

其一，课程思政融入：通过“微视频”“科学家故事”等形式，将课程思政元素融入实验教学(如西安交通大学城市学院的“实验素养培养”中，强调“实事求是”“坚持不懈”的科学精神)，实现了“知识传授”与“价值引领”的统一。其二，数智化资源更加丰富：引入 3D 虚拟仿真、数字教材等资源(如苏州大学的“密立根油滴实验”虚拟仿真系统)，解决了传统实验“仪器不足”“现象不明显”的问题，提升了教学的趣味性与有效性。其三，产教融合更加深化：依托校企合作平台，让学生参与企业项目，实现了“教学 - 科研 - 产业”的协同发展。

5.3. 示范效应逐步扩大

内蒙古工业大学“大学物理实验”示范性课程于 2023 年申报成功。同年纳入示范建设名单，用于推广优质实验教学模式，显著提升了课程影响力、获得资源支持并引领教学改革，成为同类课程的示范。同时学生满意度显著提升，2024 年度对 400 名学生的满意度调查结果如表 2 所示，直接印证了改革措施的有效性。同时，通过线上共享平台、专题培训与研修班、跨校合作及成果展示模式，把成熟的教学模式、资源与管理机制系统输出，带动更多院校提升实验教学质量。

Table 2. 2024 physics experiment satisfaction survey, Inner Mongolia University of Technology

表 2. 内蒙古工业大学 2024 年度物理实验满意度调查表

评价维度	非常满意	较满意	不满意	非常不满意
激发学生兴趣	45%	48%	1%	0%
提升实践能力	52%	43%	0%	0%
教师指导有效性	50%	45%	0%	0%
课程内容设计	40%	50%	1%	0%
总体满意度	48%	47%	0%	0%

6. 总结与展望

“基础 - 综合 - 创新”三层次递进式大学物理实验课程体系，通过“分层设计、逐级递进、产教融合”的模式，实现了“知识 - 能力 - 素质”的协同提升，符合新时代对高素质人才培养的要求，能够有效提升学生的综合素质和创新能力。未来，需进一步深化“产教融合”(如与企业共建实验室)、“数智化赋能”(如引入 AI 辅助实验设计)，以及“跨学科融合”(如将物理实验与人工智能、新能源结合)，为培养更多创新型、应用型人才提供支撑。

基金项目

内蒙古工业大学校级教改项目 2024249；内蒙古工业大学示范实验项目 SFSY2024007；内蒙古工业大学教改项目 SFSY2023006。

参考文献

- [1] 胡成华, 史玲娜. 大学物理实验教学创新模式的探索与实践[J]. 物理与工程, 2012, 22(1): 44-46.
- [2] 李永涛, 张红光, 陈伟, 等. 大学物理实验课程创新教学改革与实践[J]. 大学物理实验, 2021, 34(5): 122-124.
- [3] 李道勇, 欧阳雨, 李建福, 等. 基于创新能力培养的大学物理实验教学模式改革[J]. 大学物理实验, 2019, 32(5): 102-104.
- [4] 张凤琴, 林晓珑, 王道. 创新人才培养下的大学物理实验教学改革研究[J]. 大学物理, 2017, 36(3): 36-39.
- [5] 于伟威, 丁永文. 新工科创新人才培养下大学物理实验教学改革与探索[J]. 大学物理实验, 2020, 33(4): 95-98.
- [6] 樊英杰. 以工程思维能力培养为导向的大学物理实验教学改革与创新[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(4): 171-175.
- [7] 苏巍, 陈秉岩, 张敏. 基于新时期人才培养的大学物理实验教学创新改革[J]. 科教导刊, 2018(4): 114-115, 166.
- [8] 肖文波, 何兴道, 邓懿媛, 等. 大学物理实验教学与创新能力培养的讨论[J]. 大学物理实验, 2010, 23(1): 83-85.